

PENYUSUNAN PERANGKAT PEMBELAJARAN PADA SUB MATERI ALGA BERDASARKAN STRUKTUR KOMUNITAS FITOPLANKTON DI SIANTAN HILIR

Yenny Fitrialisma, Syamswisna, Laili Fitri Yeni

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Untan

Email: fitrialisma@yahoo.com

Abstract: This research aims to study phytoplankton community structure and determine water quality at Siantan Hilir, Kapuas river based on phytoplankton community structure and also to determine the expediency of learning devices based on phytoplankton community structure research. Form of this research is descriptive with survey method. The results were found 14 genera of phytoplankton from 3 classes i. e : Bacillariophyceae (6 genera), Chlorophyceae (6 genera), dan Cyanophyceae (2 genera). Abundance of phytoplankton ranged from 76,25-270,25 ind/L, the highest value was on location II (270,25 ind/L) and the lowest on location I (76,25 individu/L). Diversity indeks (H') = 0,9261-1,2631, dominant index (D) = 0,4690-0,5744, evenness index 0,4453-0,5037. Validation of the learning devices classified as valid by score RPP (3,78), LKS (3,76), and media flipbook (3,74). Based on the phytoplankton community structure, the waters quality in Siantan Hilir classified as moderate to severe polluted and there is no extreme genus dominated the others. Validity scores showed a decent learning devices used in sub alga material in class X SMA.

Keywords: Phytoplankton community structure, learning devices

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas fitoplankton dan menentukan kualitas perairan Siantan Hilir, sungai Kapuas berdasarkan struktur komunitas fitoplankton serta mengetahui kelayakan perangkat pembelajaran dari hasil penelitian struktur komunitas fitoplankton. Bentuk penelitian ini adalah deskriptif dengan metode survey. Hasil penelitian ditemukan 14 genus fitoplankton dari 3 kelas yaitu Bacillariophyceae (6 genus), Chlorophyceae (6 genus), dan Cyanophyceae (2 genus). Kelimpahan yang diperoleh berkisar antara 76,25-270,25 individu/L, kelimpahan tertinggi pada titik II (270,25 individu/L) dan terendah pada titik I (76,25 individu/L). Indeks keanekaragaman (H') = 0,9261-1,2631, indeks dominansi (D) = 0,4690-0,5744, indeks pemerataan (E) = 0,4453-0,5037. Hasil validasi perangkat pembelajaran tergolong valid dengan skor RPP (3,78), LKS (3,76), dan media *flipbook* (3,74). Berdasarkan struktur komunitas fitoplankton, kualitas perairan Siantan Hilir tergolong tercemar sedang sampai berat dan tidak terdapat genus yang secara ekstrim mendominasi genus lainnya. Skor validitas menunjukkan perangkat pembelajaran layak digunakan pada sub materi alga di kelas X SMA.

Kata kunci : Struktur komunitas fitoplankton, perangkat pembelajaran

Siantan Hilir merupakan salah satu daerah di Kota Pontianak yang dilalui oleh Sungai Kapuas. Sungai Kapuas memiliki berbagai fungsi diantaranya adalah sebagai pemasok bahan baku air minum bagi PDAM, irigasi, transportasi, sarana umum untuk mandi, mencuci dan buang air (Mujadi, 2011). Selain itu, Sungai Kapuas juga digunakan oleh beberapa industri yang berada di bantaran sungai tersebut untuk beroperasi. Banyaknya aktivitas yang dilakukan di sekitar Sungai Kapuas seringkali menyebabkan penurunan kualitas air. Menurut Resosoedarmo (1988) masuknya bahan pencemar ke dalam ekosistem perairan akan mengganggu keseimbangan alami ekosistem.

Salah satu biota yang terdapat di dalam perairan adalah fitoplankton. Fitoplankton merupakan jenis plankton yang dapat melakukan fotosintesis untuk menghasilkan zat organik (Fachrul, 2007). Karena kemampuan membentuk zat organik dari zat anorganik maka fitoplankton disebut sebagai produsen primer (Nontji, 1993). Zat organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis digunakan untuk kebutuhan fitoplankton itu sendiri dan untuk kebutuhan organisme air lainnya. Dalam suatu perairan, fitoplankton menjadi sumber makanan bagi zooplankton dan beberapa jenis ikan serta larva biota.

Keberadaan fitoplankton di suatu perairan dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia perairan antara lain cahaya, suhu, oksigen terlarut, kecerahan, pH, salinitas dan nutrisi (Mujib, 2010). Fitoplankton memiliki batas toleransi tertentu terhadap faktor-faktor fisika kimia sehingga akan membentuk struktur komunitas fitoplankton yang berbeda. Komunitas merupakan kelompok populasi makhluk hidup dalam suatu daerah atau habitat tertentu (Soetjipta, 1993). Komunitas memiliki kekhasan yang dapat diukur dan dipelajari. Kekhasan tersebut antara lain adalah keanekaragaman spesies, bentuk dan struktur pertumbuhan, keunggulan beberapa spesies dalam komunitas, jumlah relatif spesies-spesies berbeda yang membentuk komunitas, hubungan makanan, dan suksesi (Michael, 1995).

Keanekaragaman komunitas ditandai oleh banyaknya spesies organisme yang membentuk komunitas tersebut (Suwasono dan Metty, 1996). Untuk mengetahui keanekaragaman jenis organisme perairan digunakan indeks keanekaragaman (H'). Menurut Basmi (dalam Fachrul, 2007) indeks keanekaragaman yang tinggi menunjukkan stabilitas komunitas dalam kondisi prima (stabil) atau kualitas air bersih sedangkan keanekaragaman yang rendah mengindikasikan bahwa kualitas biota tidak stabil atau telah mengalami pencemaran. Fachrul (2007) menyatakan selain keanekaragaman, untuk melihat struktur komunitas dapat digunakan indeks pemerataan dan dominansi. Pemerataan menunjukkan pola sebaran organisme, yaitu merata atau tidak. Jika nilai indeks pemerataan relatif tinggi maka keberadaan setiap jenis organisme di perairan dalam kondisi merata. Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui adanya dominansi jenis tertentu di perairan. Jika indeks dominansi 0 berarti tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. Jika indeks dominansi 1 berarti terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis. Struktur komunitas suatu perairan tidak lepas dari pengaruh aktivitas di sekitarnya, baik aktivitas industri maupun aktivitas masyarakat.

Kelurahan Siantan Hilir memiliki 64 industri yang bergerak di bidang industri rumah tangga, industri minyak, barang makanan, barang bangunan dan industri karet. Pabrik karet merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan dari pabrik karet mengandung senyawa nitrogen yang berasal dari protein, nitrogen amonia, dan fosfat (Dirjen Perkebunan, Tampubolon, dan Abudardak dalam Utomo, dkk., 2001). Senyawa nitrogen nitrat dan ortofosfat pada limbah cair menimbulkan dampak berupa pengayaan badan air (eutrofikasi) yang ditandai dengan pertumbuhan ganggang secara pesat dan rendahnya oksigen terlarut (Sawyer, McCarty, dan Parkin; Barber dan Stuckey dalam Utomo, dkk., 2001). Pertumbuhan ini memiliki batas toleransi tertentu terhadap faktor-faktor fisika kimia sehingga akan membentuk struktur komunitas yang berbeda.

Informasi struktur komunitas fitoplankton di perairan Siantan Hilir ini dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran sub materi alga di SMA kelas X melalui pembuatan perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran merupakan pegangan bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran, baik di kelas, laboratorium, maupun lapangan untuk setiap kompetensi dasar (Devi, dkk., 2009). Dengan perangkat pembelajaran, diharapkan pembelajaran akan menjadi lebih teratur dan terarah. Perangkat pembelajaran yang dibuat dalam penelitian ini antara lain Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS) dan media *flipbook*.

Salah satu indikator pada submateri alga adalah pengenalan protista mirip tumbuhan berdasarkan ciri-ciri morfologinya. Alga dapat digolongkan menjadi dua yaitu makroalga dan mikroalga. Mikroalga umumnya dikenal dengan nama fitoplankton. Fitoplankton memiliki ukuran mikroskopis ($2\ \mu$ - $200\ \mu$). Karena memiliki ukuran yang mikroskopis, maka untuk mempelajari fitoplankton diperlukan bantuan mikroskop. Namun, tidak semua sekolah memiliki mikroskop. Oleh karena itu, diperlukan sarana lain yang dapat digunakan untuk mempelajari fitoplankton yaitu dengan cara memperlihatkan gambar fitoplankton tanpa bantuan mikroskop. Gambar fitoplankton tersebut dapat disajikan melalui media *flipbook*.

Flipbook merupakan lembaran-lembaran kertas menyerupai album atau kalender dengan ukuran 21 x 28 cm yang disusun dalam urutan yang diikat pada bagian atasnya. *Flipbook* merupakan salah satu media grafis yang memiliki kelebihan yaitu dapat menyajikan materi pembelajaran dalam bentuk kata-kata, kalimat, dan gambar, dapat dilengkapi dengan warna-warna sehingga lebih menarik perhatian siswa, pembuatannya mudah dan harganya murah, mudah dibawa ke mana-mana, dan dapat meningkatkan aktivitas belajar siswa (Susilana dan Cepi, 2008). Selain itu, *flipbook* dapat digunakan dalam pembelajaran kelompok kecil maupun individu. *Flipbook* dapat diisi dan dikembangkan dengan hasil penelitian disertai gambar-gambar dan identifikasi dari jenis-jenis fitoplankton yang diperoleh. Melalui media *flipbook* ini, diharapkan siswa dapat mengenali fitoplankton yang berasal dari Sungai Kapuas khususnya Siantan Hilir.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas fitoplankton di perairan Siantan Hilir, menentukan kualitas perairan Siantan Hilir ditinjau dari struktur komunitas fitoplankton, dan mengetahui kelayakan perangkat

pembelajaran yang dibuat dari hasil penelitian struktur komunitas fitoplankton di perairan Siantan Hilir pada sub materi alga di kelas X SMA.

METODE

Bentuk penelitian ini adalah deskriptif dengan metode survey. Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah penelitian struktur komunitas fitoplankton. Tahap kedua adalah penyusunan dan validasi perangkat pembelajaran yang dibuat dari hasil penelitian struktur komunitas fitoplankton.

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Maret 2012 sampai bulan Mei 2012. Penelitian dilakukan di perairan Sungai Kapuas tepatnya di daerah industri karet Kelurahan Siantan Hilir Kecamatan Pontianak Utara. Identifikasi fitoplankton dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP UNTAN. Analisis faktor fisika kimia air sebagai data pendukung dilakukan di lapangan dan di Laboratorium Analisis Lingkungan Fakultas Pertanian UNTAN.

Teknik pengambilan sampel fitoplankton menggunakan *purposive sampling*. Penempatan titik pengambilan sampel didasarkan atas pertimbangan beban pencemar di Sungai Kapuas khususnya di kawasan industri karet Siantan Hilir. Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi tiga titik dengan jarak antar titik adalah 500 m ke arah hulu dan 500 m ke arah hilir dengan pertimbangan aktivitas warga yaitu 500 m ke arah hilir terdapat pertokoan sedangkan 500 m ke arah hulu sungai adalah perumahan. Masing-masing titik dilakukan 3 ulangan dengan jarak pengulangan adalah 50 m. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan dengan menyaring air sebanyak 100 liter dari lokasi sampling dengan menggunakan ember plastik volume 10 liter dan dilakukan sebanyak 10 kali penyaringan. Air yang terkumpul kemudian disaring dengan menggunakan plankton net no 25. Sampel yang didapat kemudian dipindahkan ke dalam botol sampel 25 ml dan diberi pengawet formalin 4% dan glyserin 4% masing-masing sebanyak 1 ml. Selanjutnya sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi dan dihitung (Michael, 1995; Fachrul, 2007). Fitoplankton diidentifikasi sampai pada tingkat genus dengan menggunakan buku identifikasi Prescott (1954), Wickstead (1965), dan Newell & Newell (1977).

Analisis Data Struktur Komunitas Fitoplankton

1. Kelimpahan

Kelimpahan fitoplankton dihitung dengan rumus:

$$N = nx(Vr/Vo)x(1/Vs)$$

Keterangan:

N = Jumlah sel per liter

Vo = Volume air yang diamati (ml)

n = Jumlah sel yang diamati

Vs = Volume air yang disaring (L)

Vr = Volume air tersaring (ml)

(Fachrul, 2007)

2. Kelimpahan Relatif (KR)

Kelimpahan relatif fitoplankton dihitung dengan rumus:

$$KR = \frac{\text{Kelimpahan suatu genus}}{\text{Total kelimpahan genus fitoplankton}} \times 100\%$$

(Suin, 2002)

3. Frekuensi Kehadiran (FK)

Frekuensi kehadiran fitoplankton dihitung dengan rumus:

$$FK = \frac{\sum \text{lokasi ditemukan satu genus}}{\sum \text{lokasi penelitian}} \times 100\%$$

(Suin, 2002)

4. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman dianalisis menggunakan Indeks Shannon-Wiener (H')

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

H' = Indeks diversitas Shannon-Wiener ni= kelimpahan genus ke-i

Pi = proporsi jumlah individu ke-i (ni/N)

N= kelimpahan genus yang ditemukan

(Odum, 1993)

5. Indeks Kemerataan

Indeks Kemerataan dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{H}{H'_{maks}}$$

Keterangan:

E = Indeks kemerataan

H' = Indeks keanekaragaman

H' maks = ln s (s adalah jumlah general)

(Fachrul, 2007)

6. Indeks Dominansi

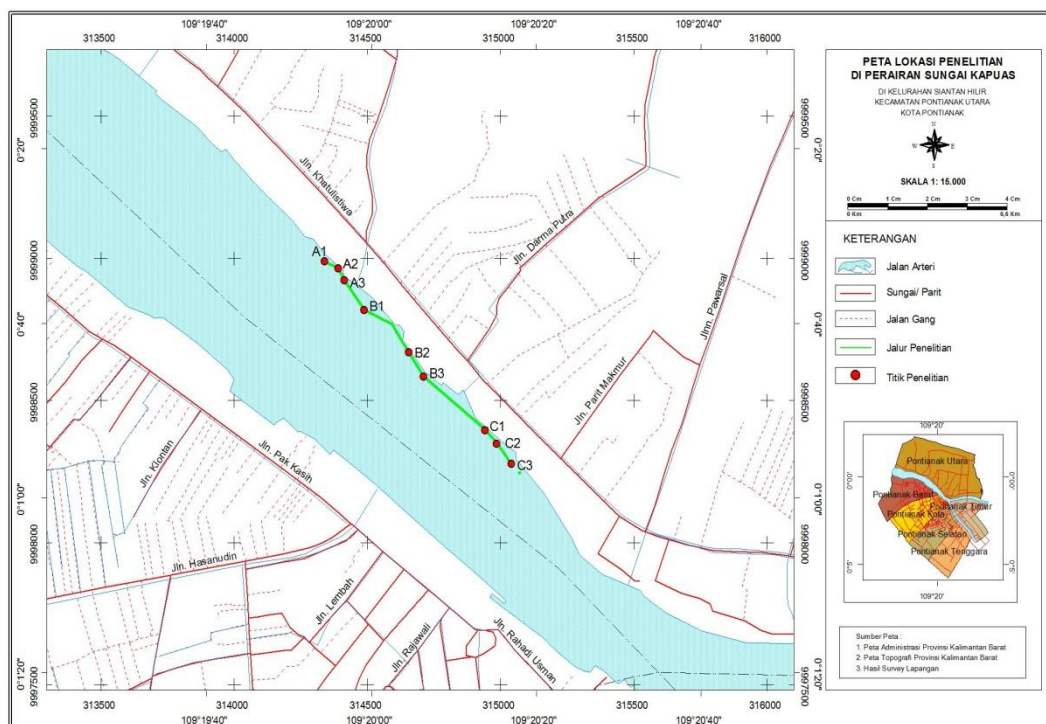
Indeks Dominansi dihitung dengan rumus: $D = \sum \left[\frac{ni}{N} \right]^2$

Keterangan:

D = Indeks dominansi Simpson

N = jumlah keseluruhan individu

ni = jumlah individu jenis ke-i



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengembangan perangkat pembelajaran menggunakan metode deskriptif. Perangkat pembelajaran yang dibuat terdiri dari RPP, LKS, dan media *flipbook*. Perangkat pembelajaran yang telah dibuat kemudian divalidasi untuk melihat kelayakannya. Validasi dilakukan oleh 2 orang dosen pendidikan Biologi FKIP UNTAN dan 3 orang guru mitra dari sekolah menengah atas di Pontianak. Menurut Khabibah (dalam Yamasari, 2010), kegiatan yang dilakukan untuk menganalisis data yaitu sebagai berikut:

- a. Membuat dan menganalisis tabel validasi
- b. Mencari rata-rata tiap kriteria dari kelima validator dengan rumus:

$$K_i = \frac{\sum_{h=1}^5 V_{hi}}{5}$$

Keterangan:

K_i = rata-rata kriteria ke-i

V_{hi} = skor hasil penilaian validator ke-h untuk kriteria ke-i

I = kriteria

h = validator

- c. Mencari rata-rata ketiga aspek dengan rumus: $A_i = \frac{\sum_{j=1}^n K_{ij}}{n}$

Keterangan:

A_i = rata-rata aspek ke-i

K_{ij} = rata-rata untuk aspek ke-i kriteria ke-j j = kriteria

n = banyak kriteria dalam aspek ke-i ij = aspek ke-i kriteria ke j

i = aspek

- d. Mencari rata-rata total validasi aspek dengan rumus: $RTV = \frac{\sum_{i=1}^3 A_i}{i}$

Keterangan:

RTV = rata-rata total validitas

A_i = rata-rata aspek ke-i

i = aspek

- e. Mencocokkan rata-rata total dengan kriteria kevalidan, yaitu:

$3 \leq RTV \leq 4$: valid

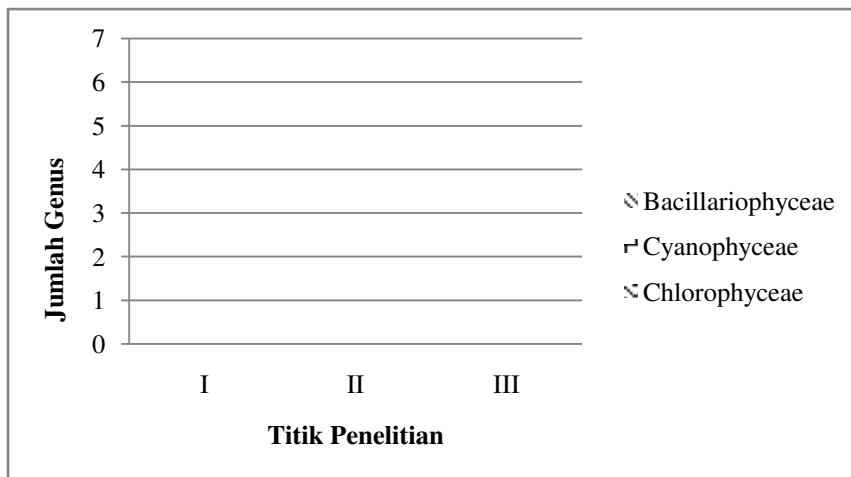
$2 \leq RTV < 3$: cukup valid

$1 \leq RTV < 2$: tidak valid

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Komposisi Fitoplankton yang Ditemukan di Perairan Siantan Hilir

Komposisi fitoplankton menunjukkan komponen penyusun komunitas fitoplankton yang ditemukan di Perairan Siantan Hilir. Hasil pengamatan terhadap komunitas fitoplankton di Perairan Siantan Hilir pada tiga titik penelitian yaitu lokasi I (sebelum pabrik karet), lokasi II (pabrik karet) dan lokasi III (setelah pabrik karet), ditemukan 3 kelas dan 14 genus. Kelas yang ditemukan meliputi kelas Bacillariophyceae (6 genus), kelas Cyanophyceae (2 genus), dan kelas Chlorophyceae (6 genus). Adapun komposisi fitoplankton berdasarkan jumlah genus pada tiap titik penelitian terdapat pada gambar 2.



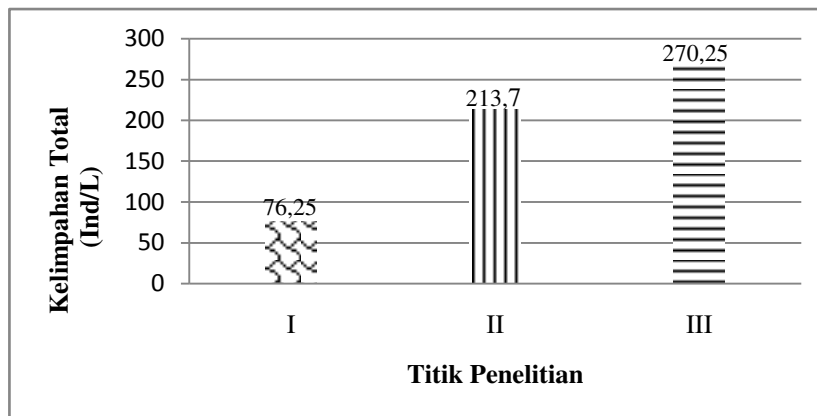
Gambar 2. Grafik komposisi kelas fitoplankton berdasarkan jumlah genus yang ditemukan di Perairan Siantan Hilir pada tiap titik penelitian

Kelas Bacillariophyceae dan Chlorophyceae memiliki jumlah genus yang tinggi karena kelas tersebut mampu menyesuaikan diri dengan kondisi di sekitarnya dibandingkan dengan kelas lainnya. Menurut Sachlan (1982), kelas Bacillariophyceae lebih mudah beradaptasi dengan lingkungannya dan merupakan kelompok fitoplankton yang disenangi oleh ikan dan larva udang. Selain itu, menurut Adjie, dkk. (dalam Rudyanti, 2009), Bacillariophyceae adalah salah satu kelompok alga yang secara kualitatif dan kuantitatif banyak terdapat di berbagai perairan tipe sungai, baik sebagai plankton maupun perifiton, sedangkan Chlorophyceae yang termasuk ke dalam filum Chlorophyta paling banyak dijumpai di perairan tawar. Sachlan (1982) mengemukakan bahwa Bacillariophyceae dan Chlorophyceae merupakan plankton terbanyak dan terpenting dalam perairan, baik tawar maupun laut sebagai produsen primer, terutama pada permukaan air yang penuh zat hara. Kelas Cyanophyceae memiliki jumlah genus yang paling sedikit (2 genus) dikarenakan perairan Siantan Hilir memiliki pH yang rendah (5,50-5,67). Menurut Subarijanti (1984), Cyanophyceae merupakan kelas yang hanya mampu menyesuaikan diri dengan kondisi perairan yang bersifat alkali ($\text{pH} > 7$).

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa titik II (di belakang pabrik karet), diperoleh jumlah genus yang lebih banyak (12 genus) dibandingkan dengan titik I (7 genus) dan titik III (8 genus). Hal ini dikarenakan pada titik II lokasinya terletak di belakang pabrik karet yang memiliki kadar limbah cair (ortofosfat) yang lebih tinggi (1,13 mg/L) dibanding titik I (0,37 mg/L) yang terletak 500 m sebelum pabrik karet dan titik III (0,59 mg/L) yang terletak 500 m setelah pabrik karet. Limbah cair pabrik karet yang dibuang ke sungai dapat mempengaruhi jumlah genus yang terdapat di perairan tersebut. Semakin tinggi kadar ortofosfat yang terdapat di suatu perairan memungkinkan fitoplankton untuk berkembang dengan pesat karena ortofosfat merupakan unsur makro yang diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton. Menurut Raymont (dalam Yuliana, 2007), fosfat merupakan salah satu unsur penting dalam pertumbuhan dan metabolisme Bacillariophyceae.

2. Kelimpahan (Ind/L), Kelimpahan Relatif (KR) dan Frekuensi Kehadiran (FK) Fitoplankton di Perairan Siantan Hilir

Kelimpahan menunjukkan total individu fitoplankton pada satu liter sampel air. Kelimpahan total fitoplankton di Perairan Siantan Hilir disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Kelimpahan total fitoplankton di perairan Sungai Kapuas Siantan Hilir

Kelimpahan total fitoplankton tertinggi terdapat pada titik III yaitu 270,25 Ind/L sedangkan kelimpahan total terendah terdapat pada titik I yaitu 76,25 Ind/L. Tingginya kelimpahan fitoplankton di titik III diduga karena pada saat penelitian arus air bergerak dari titik I ke titik III (air sedang pasang), sehingga menyebabkan kemungkinan kelimpahan fitoplankton di titik III meningkat.

Genus dengan kelimpahan dan kelimpahan relatif tertinggi ditemukan pada *Nitzschia* dari kelas Bacillariophyceae, yaitu 200,75 ind/L (74,28%). Kelimpahan genus terendah terdapat pada genus *Frustulia* dari kelas Bacillariophyceae, yaitu 0,5 ind/L (0,65%). Tingginya kelimpahan *Nitzschia* di Perairan Siantan Hilir dapat disebabkan oleh kualitas lingkungan yang mendukung seperti suhu. Suhu yang sesuai untuk kehidupan fitoplankton berkisar antara 20° - 30° C. Berdasarkan kisaran suhu tersebut, suhu yang diperoleh pada saat penelitian masih tergolong sesuai untuk kehidupan fitoplankton. Hal ini sejalan dengan Effendi (2003) yang menyatakan bahwa kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20° - 30° C. Menurut Valiela (1984), tingginya suhu memudahkan terjadinya penyerapan nutrisi oleh fitoplankton. Selain itu laju fotosintesis akan meningkat pada suhu yang lebih tinggi. Akibat laju fotosintesis yang berlebihan dapat menyebabkan kelimpahan yang tinggi pada fitoplankton.

Frekuensi kehadiran genus fitoplankton menunjukkan tingkat kehadiran genus-genus fitoplankton di tiap titik penelitian. Pada penelitian ini, kelas Bacillariophyceae dengan frekuensi kehadiran 100% terdapat pada genus *Nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Frustulia*, dan *Cylindrotheca*. Pada kelas Cyanophyceae tidak terdapat genus yang memiliki kehadiran 100% sedangkan pada kelas Chlorophyceae genus yang kehadirannya 100% adalah *Closteriopsis*.

3. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi (D), dan Indeks Kemerataan (E)

Indeks keanekaragaman (H') digunakan untuk mengetahui keanekaragaman jenis fitoplankton. Indeks Dominansi (D) digunakan untuk mengetahui adanya dominansi jenis tertentu di perairan dan indeks kemerataan (E) menunjukkan pola sebaran biota, yaitu merata atau tidak. Indeks-indeks tersebut disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi (D), dan Indeks Kemerataan (E) Fitoplankton di Perairan Siantan Hilir

Titik Penelitian	Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Dominansi (D)	Indeks Kemerataan (E)
I	0,9801	0,5057	0,5037
II	1,2631	0,4690	0,4924
III	0,9261	0,5744	0,4453

Berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman Shannon-Wienar, titik II termasuk keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang ($1 \leq H' \leq 3$). Hal ini berarti bahwa indeks keanekaragaman di titik II menunjukkan kualitas air tercemar sedang. Titik I dan III tergolong keanekaragaman rendah ($H' < 1$). Hal ini berarti bahwa indeks keanekaragaman di titik I dan III menunjukkan komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat. Menurut Basmi (dalam Fachrul, 2007), jika $H' < 1$ berarti komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat. Berdasarkan indeks keanekaragaman secara keseluruhan kondisi perairan pada lokasi penelitian dikategorikan dalam keadaan tercemar sedang sampai tercemar berat, dengan kondisi komunitas fitoplankton dalam keadaan tidak stabil sampai kestabilan komunitas fitoplankton sedang.

Indeks Dominansi (D) digunakan untuk mengetahui adanya dominansi jenis tertentu di perairan. Nilai indeks dominansi fitoplankton yang ditemukan di Perairan Siantan Hilir berkisar antara 0,4690 – 0,5744. Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat pada titik III yaitu 0,5744. Pada titik III nilai indeks dominansi mendekati 1 yang berarti terdapat jenis tertentu yang mendominasi (struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis). Sedangkan nilai indeks dominansi terendah terdapat pada titik II yaitu 0,4690. Pada titik II nilai indeks dominansi mendekati 0 yang berarti tidak terdapat genus tertentu yang mendominasi (struktur komunitas dalam keadaan stabil). Sesuai dengan penjelasan Fachrul (2007), bila nilai D mendekati 0 (nol) berarti di dalam struktur komunitas biota yang diamati tidak terdapat genus mendominasi genus lainnya.

Indeks kemerataan (E) menunjukkan pola sebaran biota, yaitu merata atau tidak. Indeks kemerataan yang ditemukan pada titik I adalah 0,5037, pada titik II adalah 0,4924, dan pada titik III 0,4453. Nilai yang diperoleh tersebut termasuk dalam kategori rendah yang menunjukkan bahwa kemerataan antara spesies rendah. Hal ini berarti bahwa kekayaan individu yang dimiliki masing-masing spesies sangat jauh berbeda.

4. Kondisi Faktor Fisika Kimia Perairan Siantan Hilir

Hasil pengukuran parameter fisika-kimia di perairan Siantan Hilir pada saat pengamatan disajikan pada tabel 2

Tabel 2. Nilai parameter fisika kimia di perairan Siantan Hilir

Parameter	Titik Penelitian		
	I	II	III
Suhu (°C)	29,67	29,5	29,5
Kecerahan (cm)	37,17	26	24,33
Kedalaman (cm)	151,33	399,33	394,33
TSS (mg/L)	19,33	22,67	25,33
TDS (mg/L)	9,93	9,87	10,13
Intensitas cahaya (lux)	16786,67	16776,67	16730
Arus (m/dt)	0,05	0,15	0,10
pH	5,65	5,67	5,50
DHL (μS/cm)	21,83	21,67	22,20
DO (mg/L)	3,76	3,63	3,71
Ortofosfat (mg/L)	0,37	1,13	0,59
Nitrat (mg/L)	1,47	1,40	1,30

Berdasarkan hasil pengamatan di perairan Sungai Kapuas Siantan Hilir, diperoleh suhu permukaan air rata-rata berkisar antara 29,5°C - 29,67°C. Kisaran suhu tersebut masih sesuai untuk kehidupan fitoplankton. Menurut Effendi (2003), kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20°C - 30°C.

Kisaran nilai pH yang diperoleh pada penelitian yaitu 5,50 – 5,67. Nilai pH tersebut tergolong rendah yang menunjukkan bahwa perairan ini bersifat asam. Nilai pH tertinggi pada saat penelitian terdapat pada titik II yaitu 5,67 sedangkan nilai pH terendah terdapat pada titik I yaitu 5,50. Kordi dan Tancung (2007) menyatakan bahwa pH air mempengaruhi kesuburan tingkat perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Pada pH rendah (keasaman tinggi), kandungan oksigen terlarut akan berkurang. Menurut Sachlan (1982), fitoplankton dapat hidup subur pada pH 7-8, asalkan terdapat cukup mineral di dalam suatu perairan.

Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Novotny dan Olem, dalam Effendi 2003). Kandungan oksigen terlarut (DO) yang diperoleh pada penelitian di perairan Siantan Hilir berkisar antara 3,63 – 3,76 mg/L. Menurut Swingle (dalam Salmin, 2005), kandungan oksigen terlarut (DO)

minimum adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (*toksik*). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut di perairan Sungai Kapuas Siantan Hilir dapat mendukung kehidupan fitoplankton yang ada di dalamnya.

Nybakken (1993) menyatakan bahwa nutrisi yang diperlukan oleh fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang biak ialah nitrogen (sebagai nitrat, NO_3^-) dan fosfor (sebagai fosfat, PO_4^{2-}). Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik (Effendi, 2003). Kandungan nitrat dari hasil penelitian di Perairan Siantan Hilir berkisar antara 1,30 mg/L – 1,47 mg/L sedangkan ortofosfat adalah 0,37 mg/L-1,13mg/L. Kandungan nitrat dan ortofosfat dari hasil penelitian berada pada nilai yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton. Menurut Mackentum (dalam Yuliana, 2007), untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0,9 – 3,5 mg/L dan ortofosfat adalah 0,09 – 1,80 mg/L.

Pengamatan kecerahan perairan Sungai Kapuas Siantan Hilir, diperoleh nilai kecerahan rata-rata berkisar antara 24,33 cm – 37,17 cm. Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa kecerahan air terendah terdapat pada titik III (24,33 cm), sedangkan kecerahan air tertinggi terdapat pada titik I (37,17 cm). Perbedaan nilai kecerahan tersebut dipengaruhi oleh distribusi lumpur dan partikel-partikel yang berada di perairan Sungai Kapuas Siantan Hilir. Titik III memiliki tingkat kecerahan paling rendah menunjukkan bahwa pengaruh suspensi terlarut yang besar menyebabkan berkurangnya penetrasi cahaya di perairan. Besarnya suspensi terlarut disebabkan oleh buangan limbah rumah tangga karena titik III terletak di sekitar pemukiman penduduk (TSS = 25,33 mg/L; TDS = 10,13 mg/L). Sedangkan titik I memiliki tingkat kecerahan paling tinggi (TSS = 19,33 mg/L; TDS = 9,93 mg/L) .

TSS akan mempengaruhi masuknya sinar matahari ke dalam perairan sehingga akan menghambat proses fotosintesis organisme perairan. Menurut Kristanto (2003), padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis. Selain itu, Suin (2002) menyatakan bahwa semakin banyak padatan tersuspensi maka tingkat kekeruhan akan semakin tinggi, sehingga penetrasi cahaya semakin berkurang yang menyebabkan penyebaran organisme ke dalam perairan akan semakin terbatas. Demikian juga dengan TDS, Asdak (2004) menyatakan bahwa tingginya jumlah TDS dapat mengakibatkan susahya organisme autotrof untuk berfotosintesis dan mengganggu flora dan fauna lainnya yang memerlukan sinar matahari karena sinar matahari yang masuk penetrasinya terhalang oleh padatan terlarut dan pada akhirnya akan menyebabkan oksigen terlarut (DO) dalam air akan rendah. Menurut Mc Neely *et al* (dalam Effendi, 2003), air tawar memiliki nilai TDS antara 0 – 1.000 mg/L dan air payau memiliki nilai TDS antara 1.001 – 3.000 mg/L.

5. Perangkat Pembelajaran

a. Hasil validasi RPP

RPP yang dibuat mengacu pada kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP). Aspek yang dinilai dalam RPP mengacu pada Badan Standar Nasional Pendidikan. Hasil validasi RPP disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi RPP

Aspek	Kriteria yang dinilai	Validator ke-					(K _i)	(A _i)
		1	2	3	4	5		
Komponen RPP	Terdapat identitas mata pelajaran	4	4	4	4	4	4	3,95
	RPP sudah mencantumkan SK, KD dan Indikator	4	4	3	4	4	3,8	
	RPP sudah mencantumkan tujuan pembelajaran	4	4	4	4	4	4	
	Kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup	4	4	4	4	4	4	
Keterkaitan antar Komponen RPP dan silabus	Terdapat kesesuaian SK, KD, dan indikator dengan silabus	4	3	3	4	3	3,4	3,6
	Terdapat kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran	4	2	4	4	4	3,6	
	Tujuan pembelajaran sesuai dengan submateri	4	3	4	4	4	3,8	
	Penilaian sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	3	3	4	4	3,6	
Kelayakan kegiatan pembelajaran	Langkah-langkah pembelajaran sesuai dengan strategi atau metode yang digunakan	4	3	4	4	3	3,6	3,8
	RPP memuat kegiatan eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi	4	4	4	4	4	4	
V _{arpp}								3,78

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh kelima orang validator diperoleh skor penilaian untuk aspek komponen RPP sebesar 3,95. Pada aspek ini, untuk kriteria RPP telah terdapat identitas mata pelajaran, RPP sudah mencantumkan tujuan pembelajaran, dan kegiatan pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup diperoleh skor 4. Hal ini menunjukkan bahwa kriteria ini layak digunakan. Sedangkan untuk kriteria RPP sudah mencantumkan SK, KD dan Indikator diperoleh skor 3,8. Saran dari validator untuk aspek ini sebaiknya ditambah indikator menjelaskan peranan Protista mirip tumbuhan bagi kehidupan.

Pada aspek Keterkaitan antar Komponen RPP dengan silabus, skor yang diberikan validator adalah 3,6. Skor terendah untuk aspek ini terdapat pada kriteria kesesuaian SK, KD, dan indikator dengan silabus yaitu 3,4. Menurut saran dan komentar dari validator, indikator yang dikembangkan masih belum sepenuhnya mengarah pada ketercapaian KD. Sehingga masih perlu dilakukan perbaikan untuk menyesuaikan SK, KD, dan indikator dengan silabus. Untuk kriteria kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran diperoleh skor 3,6. Berdasarkan saran dan komentar validator, tujuan

pembelajaran yang dibuat masih belum selaras dengan indikator dan menggunakan kata kerja yang tidak operasional. Sedangkan pada kriteria kesesuaian tujuan pembelajaran dengan sub materi diperoleh skor 3,8. Kesesuaian penilaian dengan tujuan pembelajaran diperoleh skor berturut-turut 3,6. Saran dan komentar dari validator menyatakan bahwa masih ada evaluasi yang tidak mengarah pada pencapaian tujuan sehingga perlu diperhatikan lagi kesesuaian penggunaan media *flipbook* dengan tujuan pembelajaran dan evaluasi (penilaian).

Aspek kelayakan kegiatan pembelajaran diperoleh skor 3,8. Pada kriteria kesesuaian langkah-langkah pembelajaran dengan strategi atau metode yang digunakan diperoleh skor 3,6. Pada aspek ini tidak diperoleh skor tertinggi (4), karena menurut validator langkah-langkah pembelajaran yang dibuat masih kurang detail dan pada RPP belum dicantumkan kegiatan berdoa sebelum pelajaran dimulai. Sehingga masih perlu dilakukan perbaikan terhadap RPP yang dibuat. Untuk kriteria terdapat kegiatan eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi pada RPP diperoleh skor tertinggi yaitu 4.

Secara keseluruhan hasil penilaian rata-rata total validitas RPP diperoleh 3,78. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Khabibah (dalam Yamasari, 2010), maka validitas RPP tersebut dapat dikatakan valid. Oleh karena itu RPP yang dibuat dari hasil penelitian struktur komunitas fitoplankton di Perairan Siantan Hilir layak digunakan sebagai salah satu perangkat pembelajaran pada sub materi Protista mirip tumbuhan (Alga). Untuk mencapai kesempurnaan, dilakukan perbaikan berdasarkan saran-saran yang telah diberikan oleh validator.

b. Hasil Validasi LKS

LKS yang dibuat mengacu pada Widjajanti (2008). Hasil validasi LKS disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi LKS

Aspek	Kriteria Penilaian	Validator ke-					(K _i)	(A _i)
		1	2	3	4	5		
Pendekatan penulisan	Terdapat petunjuk penggunaan LKS	4	4	4	4	4	4	3,9
	LKS yang dibuat sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	3	4	4	4	3,8	
Kebenaran konsep	Tujuan pembelajaran sesuai dengan indikator dalam silabus	4	3	4	4	4	3,8	3,8
Kedalaman konsep	Kesesuaian antara pertanyaan dengan tujuan pembelajaran	4	3	4	4	4	3,8	3,8
Keluasan konsep	Kesesuaian antara pertanyaan dengan materi pembelajaran	4	2	4	4	4	3,6	3,6
Kejelasan kalimat	Kalimat yang digunakan mudah dipahami	4	3	4	4	4	3,8	3,9
	Kalimat pertanyaan dalam LKS tidak mengandung arti ganda	4	4	4	4	4	4	
Kebahasaan	Bahasa yang digunakan sesuai EYD	4	4	4	4	4	4	4

Penilaian hasil belajar	LKS yang dibuat dapat digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif siswa	4	3	4	4	4	3,8	3,8
Kegiatan siswa	Tujuan pembelajaran dapat dicapai melalui penggunaan LKS	4	3	4	4	4	3,8	3,8
Keterlaksanaan	Terdapat kesesuaian alokasi waktu yang diberikan dalam mengerjakan LKS	4	4	3	4	4	3,8	3,8
Penampilan fisik	Tampilan LKS menarik	4	3	3	3	3	3,2	3,2
V_{aLKS}								3,76

Berdasarkan hasil validasi terhadap LKS diperoleh nilai tertinggi untuk aspek kebahasaan dengan skor yang diperoleh adalah 4. Kriteria pada aspek ini adalah penggunaan bahasa sesuai EYD. Hal ini menunjukkan bahwa LKS yang dibuat sudah menggunakan EYD yang sesuai sehingga layak untuk diterapkan pada proses pembelajaran.

Aspek kebenaran konsep, kedalaman konsep, penilaian hasil belajar, kegiatan siswa, dan keterlaksanaan diperoleh skor penilaian masing-masing yaitu 3,8. Berdasarkan saran dan komentar dari validator diantaranya pada aspek penilaian hasil belajar, tingkat kognitif memang dapat diukur, namun hanya kognitif tingkat rendah, seharusnya ada rentangan untuk menilai tingkatan kognitif yang lebih tinggi. Sehingga masih diperlukannya perbaikan terhadap LKS pada aspek-aspek tersebut. Untuk aspek keterlaksanaan pada kriteria penggunaan LKS untuk mencapai tujuan pembelajaran, masih terdapat tujuan pembelajaran yang belum tercapai, sehingga diperlukan perbaikan terhadap LKS.

Pada aspek keluasan konsep dengan kriteria kesesuaian antara pertanyaan dengan materi pembelajaran diperoleh skor 3,6. Berdasarkan saran dan komentar dari validator LKS harus diperluas agar tujuan pembelajaran dapat tercapai, terutama dengan memanfaatkan hasil penelitian. Aspek penampilan fisik diperoleh skor penilaian 3,2.

Secara keseluruhan hasil validasi LKS yang dilakukan oleh lima orang validator diperoleh rata-rata total validitas sebesar 3,76. LKS yang dikembangkan sudah valid sehingga layak digunakan pada proses pembelajaran. Untuk mencapai kesempurnaan, dilakukan perbaikan berdasarkan saran-saran yang telah diberikan oleh validator.

c. Hasil Validasi Media *Flipbook*

Media *flipbook* divalidasi untuk melihat layak atau tidak digunakan dalam proses pembelajaran. Lembar validasi media *flipbook* terdiri dari 3 aspek dan 10 item kriteria. Hasil validasi media *flipbook* disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Media *Flipbook*

Aspek	Kriteria Penilaian	Validator ke-					(K _i)	(A _i)
		1	2	3	4	5		
Format	1. Keserasian warna tulisan terhadap warna latar <i>flipbook</i> .	3	4	4	4	4	3,8	3,68
	2. Keserasian warna gambar terhadap warna latar <i>flipbook</i>	3	4	4	4	4	3,8	
	3. Penggunaan ukuran huruf yang sesuai.	4	3	4	4	4	3,8	
	4. Penggunaan jenis huruf yang dapat dibaca dengan mudah.	4	3	4	4	4	3,8	
	5. Kesesuaian ukuran <i>flipbook</i> untuk pembelajaran kelompok 4-5 orang.	4	3	3	3	3	3,2	
Isi	6. Kesesuaian antara submateri alga dengan media <i>flipbook</i> .	4	2	4	4	4	3,6	3,53
	7. Rumusan materi dalam <i>flipbook</i> sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran di silabus.	4	2	4	4	4	3,6	
	8. Kejelasan gambar dalam menyampaikan konsep alga dalam <i>flipbook</i> .	4	3	4	3	3	3,4	
Bahasa	9. Bahasa yang digunakan mudah dipahami.	4	4	4	4	4	4	4
	10. Bahasa yang digunakan sesuai dengan EYD.	4	4	4	4	4	4	
Va _{Media}								3,74

Media *flipbook* yang dibuat digunakan dalam kegiatan elaborasi. Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan, diperoleh penilaian untuk aspek format sebesar 3,68. Pada aspek format untuk kriteria keserasian warna tulisan terhadap warna latar *flipbook*, keserasian warna gambar terhadap warna latar *flipbook*, penggunaan ukuran huruf yang sesuai, dan penggunaan jenis huruf yang dapat dibaca dengan mudah diperoleh penilaian yang sama yaitu 3,8. Pada item kriteria Kesesuaian ukuran *flipbook* untuk pembelajaran kelompok 4-5 orang diperoleh hasil validasi yang rendah yaitu sebesar 3,2. Rendahnya skor yang diberikan oleh validator untuk item kriteria ini dikarenakan dalam satu halaman media *flipbook* yang dibuat terlalu padat dan warna yang digunakan kurang kontras. Hal ini akan berpengaruh bila diamati oleh beberapa siswa dalam satu kelompok sekaligus. Sebaiknya media *flipbook* yang dibuat tidak terlalu padat dan menggunakan warna yang kontras antara warna tulisan dengan warna latar.

Penilaian yang diperoleh untuk aspek isi adalah 3,53. Untuk kriteria kesesuaian antara submateri alga dengan media *flipbook* dan kriteria rumusan materi dalam *flipbook* sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran di silabus, diperoleh penilaian sebesar 3,6. Skor ini menunjukkan masih

diperlukannya perbaikan terhadap media *flipbook* terkait kriteria yang telah disebutkan sebelumnya. Perbaikan dilakukan berdasarkan saran dan komentar dari validator.

Adapun saran dan komentar yang diberikan oleh validator antara lain gambar peta (lokasi penelitian) tidak jelas untuk menunjang pemahaman siswa terhadap materi, seharusnya ada info tambahan mengenai keadaan daerah dan lain-lain sehingga siswa dapat mengaitkannya dengan materi. Pada media *flipbook* tentang manfaat alga, sebaiknya diperhatikan lagi antara penampilan gambar-gambar manfaat alga dengan pernyataan manfaat alga supaya gambar dan pernyataan yang ditampilkan saling berhubungan. Menurut salah satu validator, *flipbook* yang dibuat belum menampilkan keterkaitan yang jelas antara fitoplankton dengan bermacam-macam alga, selain itu dalam mendeskripsikan hasil temuan berupa bermacam-macam jenis fitoplankton sebaiknya jangan mengurutkan berdasarkan alphabet karena dapat menciptakan bias dalam mengenali nama latinnya.

Kriteria yang dinilai pada aspek bahasa antara lain bahasa yang digunakan mudah dipahami dan bahasa yang digunakan sesuai dengan EYD. Pada aspek bahasa diperoleh penilaian yang tertinggi yaitu 4. Hal ini menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan dalam media *flipbook* mudah dipahami dan sesuai dengan EYD.

Berdasarkan hasil validasi dari kelima validator, diperoleh rata-rata skor tiap aspek total validitas sebesar 3,53 (valid). Menurut kriteria yang dikemukakan oleh Kabibah (dalam Yamasari, 2010), skor tersebut sudah tergolong valid sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran pada submateri Protista mirip tumbuhan (Alga).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa: Struktur komunitas fitoplankton di perairan Siantan Hilir termasuk dalam kategori rendah sampai sedang dan tidak terdapat genus yang secara ekstrim mendominasi genus lainnya ($H' = 0,9261-1,263$; $E = 0,4453-0,5037$; $D = 0,4690-0,5744$). Kualitas perairan di Siantan Hilir ditinjau dari struktur komunitas fitoplankton tergolong tercemar sedang sampai berat. Perangkat pembelajaran serta media *flipbook* yang dikembangkan tergolong valid sehingga layak untuk digunakan pada sub materi alga.

Saran

Penggunaan teknik pengambilan gambar yang lebih baik perlu dilakukan untuk mendapatkan gambar fitoplankton yang lebih jelas. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji penggunaan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan pada pembelajaran sub materi alga di kelas X SMA.

DAFTAR RUJUKAN

Asdak, C. 2004. **Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Yogyakarta: Kanisius.
- Fachrul, M. F. 2007. **Metode Sampling Bioekologi**. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fauzi, M. 2001. Faktor Fisika dan Kimia Air Sungai Selagan Bengkulu Utara. **Jurnal Natur Indonesia**. III(2): 168-177.
- Kordi, M. G. dan A. B, Tancung. 2007. **Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan**. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Kristanto, P. 2003. **Ekologi Industri**. Yogyakarta: Andi.
- Michael, P. 1995. **Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium**. Jakarta: UI Press.
- Mujadi. 2011. **Kualitas Sungai Kapuas Berubah**, (Online), (<http://www.pontianakpost.com/index.php?mib=berita.detail&id=85375>, diakses 13 Juni 2011).
- Mujib, 2010. **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Plankton Laut**, (Online), (<http://www.scienceletter07.blogspot.com/2010/07/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html>, diakses 13 Juni 2011).
- Newell, G. E., dan Newell, R. C. 1977. **Marine Plankton: A Practical Guide**. London: Hutchinson.
- Nontji, A. 1993. **Laut Nusantara**. Jakarta: Djambatan.
- Nybakken, W. 1993. **Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis**. Jakarta: PT Gramedia.
- Odum, E.P. 1993. **Dasar-dasar Ekologi. Edisi Ketiga**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Prescott, G. W. 1954. **How To Know The Fresh-Water Algae**. USA: WM. C. Brown Company Publishers.
- Resosoedarmo, S.; Kuswata, R.; Aprilani, S. 1988. **Pengantar Ekologi**. Bandung: Remadja Karya.
- Rudiyanti, S. 2009. Kualitas Perairan Sungai Banger Pekalongan Berdasarkan Indikator Biologis. **Saintek Perikanan**. 4(2): 46 – 52.
- Sachlan, M. 1982. **Planktonologi**. Correspondence Course Centre.

- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. **Jurnal Oseana**. XXX(3): 21-26.
- Soetjipta. 1993. **Dasar-dasar Ekologi Hewan**. Jakarta: Depdikbud.
- Subarijanti, H.U. 1994. **Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Plankton**. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suin, N.M. 2002. **Metoda Ekologi**. Padang: Universitas Andalas Padang.
- Susilana, R. dan Cepi, R. 2008. **Media Pembelajaran hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan, dan Penilaian**. Bandung: CV. Wacana Prima.
- Suwasono, H. dan Metty, K. 1996. **Prinsip-prinsip Dasar Ekologi: Suatu Bahasan Tentang Kaidah Ekologi dan Penerapannya**. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Utomo, T. P.; Romli, M.; Fauzi A. M.; Ismayana, A. 2001. Kajian Proses Penyisihan Nutrien dari Limbah Cair Pabrik Karet Menggunakan Reaktor Tiga Tahap. **Jurnal Manajemen dan Kualitas Lingkungan**. 1(4): 31-40.
- Valiela, I. 1984. **Marine Ecological Processes**. Second Edition. Springer-Verlag, New York.
- Wickstead, J. H. 1965. **An Introduction to the Study of Tropical Plankton**. London: Hucthinson Tropical Monographs.
- Widjajanti, E. 2008. **Kualitas Lembar Kerja Siswa**. Makalah disampaikan pada Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat, FMIPA UNY, Yogyakarta, 22 Agustus 2008.
- Yamasari, Yuni. (2010, 4 Agustus). **Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis ICT yang Berkualitas**. Seminar Nasional Pascasarjana X- ITS, UNESA: Surabaya.
- Yuliana. 2007. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton dalam Kaitannya dengan Parameter Fisika-Kimia Perairan di Danau Laguna Ternate, Maluku Utara. **Jurnal Protein**. 14(1): 85-92.